

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-101645

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/667

G11B 5/851

H01F 10/12

(21)Application number : 11-276414 (71)Applicant : AKITA PREFECTURE

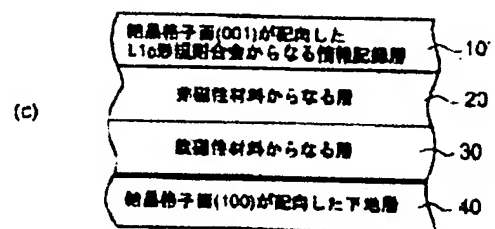
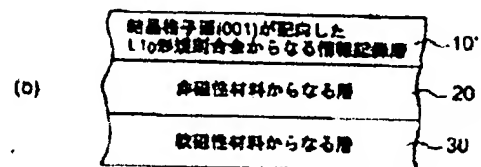
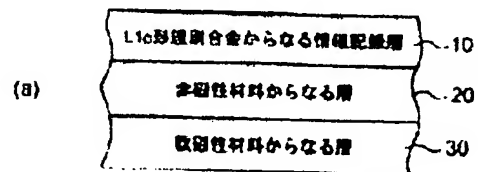
(22)Date of filing : 29.09.1999 (72)Inventor : SUZUKI YOSHIO  
HONDA NAOKI  
OUCHI KAZUHIRO

## (54) HIGH DENSITY INFORMATION RECORDING MEDIUM AND METHOD FOR MANUFACTURING THE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an information recording medium achieving high reproducing output and high resolution in high density information recording, especially in magnetic recording.

SOLUTION: An information recording medium having a layer 30 consisting of a soft magnetic material, a layer 20 consisting of a non-magnetic material and a L10 regular alloy information recording layer 10 selected from a group A which are formed successively, is manufactured by a specified method. The group A consists of a FePt regular alloy, a CoPt regular alloy or a FePd regular alloy and an alloy consisting thereof.



Japanese Laid-Open Patent Publication No. 2001-101645

(Akita-ken)

[0002]

[BACKGROUND ART] Recently, there has been an increase in research and development of a magnetic recording medium as a means for recording a large amount of information, in particular, a highly densified recording surface of a magnetic recording medium used for a hard disk device for a computer. In this recording medium, while a recording method referred to as a "longitudinal recording method", in which a signal is recorded with a magnetization vector facing the in-plane direction of a recording film, is used. At present, a "perpendicular recording method" (S. Iwasaki and Y. Nakamura; IEEE Trans. Magn., vol. MAG-13, pp.1272-1277, 1977), in which a signal is recorded with a magnetization vector facing the perpendicular direction of a recording film, has been brought to the attention as a means for achieving further highly densified recording.

[0015] At this time, as shown in FIG. 1 (c) for instance, a Miller index (001) of a crystal lattice plane of an  $L1_0$  ordered alloy information recording layer can be controlled so that the crystal lattice plane of the recording layer becomes parallel to another

adjacent layer and a substrate by forming an underlayer 40, which is composed mostly of any of the following elements, Cr, Pt, Pd, Au, Fe, Ni, MgO, or NiO, or a compound and whose Miller index (100) of the crystal lattice plane is controlled so that the crystal lattice plane of the under layer becomes parallel to another adjacent layer and the substrate, and in addition, by sequentially forming the layer structures according to the present invention, i.e., a layer 30, which is composed of a soft magnetic material, a layer 20, which is composed of a non-magnetic material, and the L1<sub>0</sub> ordered alloy information recording layer 10".

[0017] It is preferable that the layer 20, which is composed of a non-magnetic material, is alloyed with neither the layer 30, which is composed of a soft magnetic material, nor the L1<sub>0</sub> ordered alloy thin film layer 10 (10', 10"). In particular, the layer 20 has a marked effect on increasing the resolution when MgO is used. In addition, when MgO is used, the L1<sub>0</sub> ordered alloy thin film layer 10 (10', 10") can be increased in crystallinity and crystallographic orientation, thus reducing the film thickness of the information recording layer 10 (10', 10"). As a result, the magnetic field distribution of a magnetic head used for recording information can be narrowed and its intensity can be

increased, thereby expecting an effect on increasing a recording feature.

**[0030]**

[First Embodiment] The information recording medium of the first embodiment according to the present invention includes the layer structure shown in FIG. 2 (a) and is produced in the following sequence. On a hard disk substrate, an MgO layer of 10 nm in film thickness is deposited by an "RF magnetron sputtering method". Next, a Cr layer of 70 nm in film thickness is deposited by a "DC magnetron sputtering method". Next, a FeSi layer of 500 nm in film thickness is deposited by the "DC magnetron sputtering method" as a soft magnetic layer in the present invention. Next, an MgO layer of 1 nm in film thickness is deposited by an "RE magnetron sputtering method" as a non-magnetic layer in the present invention. In addition, as an information recording layer in the present invention, an FePt layer of 13 nm in film thickness is deposited by an "RF sputtering method" using an FePt alloy (atomic composition ratio of Fe/Pt = 1) sputtering target having been produced by a dissolution method. At this time, the sputtering deposit conditions for the FePt layer are a substrate temperature of 300°C, a sputtering gas pressure of 50 Pa, and a distance between the target

substrates of 95 mm. It is to be noted that the sputtering deposit conditions for all the other layers are a substrate temperature of 50°C, a sputtering gas pressure of 0.2 Pa, and a distance between the target substrates of 50 mm.

#### DRAWINGS

[FIG. 1]

a

10 INFORMATION RECORDING LAYER COMPOSED OF L1<sub>0</sub>  
ORDERED ALLOY

20 LAYER COMPOSED OF NON-MAGNETIC MATERIAL

30 LAYER COMPOSED OF SOFT MAGNETIC MATERIAL

b

10 INFORMATION RECORDING LAYER COMPOSED OF L1<sub>0</sub>  
ORDERED ALLOY ON WHICH CRYSTAL LATTICE PLANE (001) IS  
ORIENTED

20 LAYER COMPOSED OF NON-MAGNETIC MATERIAL

30 LAYER COMPOSED OF SOFT MAGNETIC MATERIAL

c

10 INFORMATION RECORDING LAYER COMPOSED OF L1<sub>0</sub>  
ORDERED ALLOY ON WHICH CRYSTAL LATTICE PLANE (001) IS  
ORIENTED

20 LAYER COMPOSED OF NON-MAGNETIC MATERIAL

30 LAYER COMPOSED OF SOFT MAGNETIC MATERIAL

40 UNDERLAYER ON WHICH CRYSTAL LATTICE PLANE (100) IS  
ORIENTED

特開 2001-101645

(P 2001-101645A)

(43) 公開日 平成13年4月13日(2001.4.13)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 1 1 B	5/667	G 1 1 B	5D006
	5/851		5D112
H 0 1 F	10/12	H 0 1 F	5E049

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願平11-276414

(22) 出願日 平成11年9月29日(1999. 9. 29)

(71) 出願人 591108178

秋田県

秋田県秋田市山王4丁目1番1号

(72) 発明者 鈴木 淑男

秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番地の21

秋田県高度技術研究所内

(72) 発明者 本多 直樹

秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番地の21

秋田県高度技術研究所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

最終頁に続く

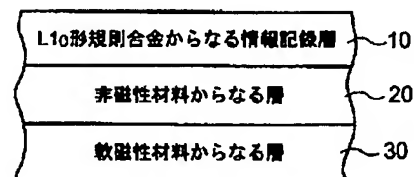
(54) 【発明の名称】 高密度情報記録媒体及びその媒体の製造方法

(57) 【要約】

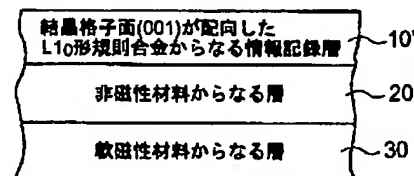
【課題】 高密度情報記録、特に磁気記録における高い再生出力と高い分解能を達成する情報記録媒体を提供すること。

【解決手段】 軟磁性材料から成る層 30 と、非磁性材料から成る層 20 と、A 群から選ばれる L 1。形規則合金情報記録層 10 とが順次形成された情報記録媒体を所定の製造方法によって作製する。但し、A 群は、F e P t 規則合金、C o P t 規則合金又は F e P d 規則合金、及びこれらの合金とする。

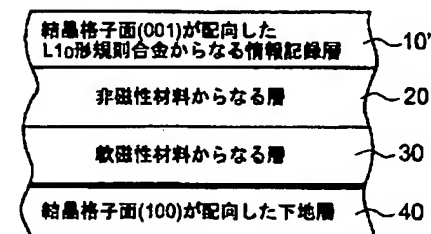
(a)



(b)



(c)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軟磁性材料から成る層と、非磁性材料から成る層と、下記A群から選ばれるL1。形規則合金情報記録層が順次形成された層構造を有することを特徴とする情報記録媒体。但し、A群は、FePt規則合金、CoPt規則合金又はFePd規則合金、及びこれらの合金。

【請求項2】 前記A群から選ばれるL1。形規則合金情報記録層の結晶格子面のミラー指数(001)が上記記録層の面と平行になるように形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の情報記録媒体。

【請求項3】 前記非磁性材料がMgOであることを特徴とする、請求項1に記載の情報記録媒体。

【請求項4】 前記軟磁性材料は、下記B群から選ばれることを特徴とする、請求項1に記載の情報記録媒体。但し、B群は、Fe、Fe-Si合金又はNi-Fe合金。

【請求項5】 軟磁性層と、非磁性層と、下記A群から選ばれるL1。形規則合金情報記録層とを、順次作製することを特徴とする情報記録媒体の製造方法。但し、A群は、FePt規則合金、CoPt規則合金又はFePd規則合金、及びこれらの合金。

【請求項6】 前記L1。形規則合金情報記録層の作製において、溶解法により作製されたスパッタターゲットを用いるスパッタ製膜法により、該L1。形規則合金情報記録層を作製することを特徴とする、請求項5に記載の情報記録媒体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は高密度記録技術に係わり、特に高い再生出力と高い記録分解能を達成する層構造を有する磁気記録媒体及びその媒体の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、磁気記録媒体は、膨大な情報量を記録する手段として盛んに研究開発が行なわれており、特にコンピュータ用ハード・ディスク装置に用いられる磁気記録媒体は、非常な勢いでその記録面密度の高密度化が進んでいる。現在、この記録媒体においては「長手記録方式」と称す記録膜の面内方向に磁化ベクトルを向け信号を記録する記録方式が用いられているが、更なる高密度記録を実現する方法として、記録膜の垂直方向に磁化ベクトルを向け信号を記録する「垂直記録方式」

(S. Iwasaki and Y. Nakamura; IEEE Trans. Magn., vol. MAG-13, pp. 1272-1277, 1977) が注目されている。

【0003】一方、磁気記録材料としては、いずれの記録方式においても記録層としてCo-Cr系合金が主に用いられている。この際、下地層の種類、結晶配向性あるいは格子定数により、この層の直上に設けられたCo-Cr系合金の結晶配向性を制御することができ、した

がって、磁化ベクトルの方向を決める磁化容易軸の方向を制御することができる。現在この様な手法を用い作製されたCo-Cr系合金薄膜を情報記録層とする長手記録媒体または垂直記録媒体の研究開発が盛んに行われている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記Co-Cr系合金薄膜を用いた情報記録媒体に対し、特願平10-162318号には、情報の保存安定性に優れた結晶磁気異方性の大きいL1。形規則合金薄膜を用いた垂直磁気記録媒体の図10(a)、(b)の如くの構造とその製造方法が教示されている。この製造方法による垂直磁気記録媒体は、Cr、Pt、Pd、Au、Fe、Ni、MgO又はNiOの何れから選ばれた元素もしくは化合物を主成分とした下地層40を用い、L1。形規則合金薄膜を情報記録層10とした情報記録媒体である(以下、図10(a)の構造をもつ媒体を「単層膜垂直磁気記録媒体」と記す)。

【0005】さらに記録特性の制御のためにFe、FeSi合金、パーマロイなどの軟磁性材料からなる層30を設け、L1。形規則合金薄膜を情報記録層10とした情報記録媒体である(以下、図10(b)の構造をもつ媒体を「二層膜垂直磁気記録媒体」と記す)。この二層膜垂直磁気記録媒体は、単層膜垂直磁気記録媒体に比べ再生出力が増大することがT. SUZUKI, N. HONDA and K. OUCHI (1999 Digests of INTERMAG 99, AT-07)に示されている。

【0006】しかしながら、この様な二層膜垂直磁気記録媒体においては、単層膜垂直磁気記録媒体に比べ再生出力の記録密度依存性が大きく、即ちこれは、低記録密度における再生出力が半分になる記録密度(以下、分解能と記す)が低減しており、実際の信号再生システムを用いた高密度記録においては好ましくない現象となる。今のところ、高い再生出力と高い分解能を両立する結晶磁気異方性の大きいL1。形規則合金薄膜を用いた垂直磁気記録媒体の提案は見当たらない。

【0007】そこで、本発明の目的とするところは、結晶磁気異方性の大きいL1。形規則合金薄膜を用いた高い再生出力と高い分解能を有する情報記録媒体を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の現状に鑑みて成されたものであり、上記課題を解決し目的を達成するため次のような手段を講じている。即ち、本発明の第一の発明として、高い再生出力と高い記録分解能を達成するためのL1。形規則合金情報記録層を情報記録層とした新しい層構造で構成される磁気記録媒体とその媒体の製造方法を、特許請求の範囲に記載の如く提案するものである。

【0009】磁気記録媒体として、[1] 軟磁性材料か

ら成る層と非磁性材料から成る層とA群（：FePt規則合金、CoPt規則合金又はFePd規則合金、及びこれらの合金）から成る選ばれたL1。形規則合金情報記録層が順次形成された層構造を有することを特徴とする情報記録媒体を提供する。さらにこの情報記録媒体は、A群から選ばれるL1。形規則合金情報記録層の結晶格子面のミラー指数（001）が上記記録層の面と平行になるように形成されている[1]記載の記録媒体である。また、上記非磁性材料がMgOであることが特徴の[1]記載の記録媒体である。或いは、上記軟磁性材料がB群（：Fe、Fe-Si合金、Ni-Fe合金）から選ばれることが特徴の[1]記載の記録媒体である。

【0010】またこの情報記録媒体の製造方法としては、[5]軟磁性層と、非磁性層と、A群（：FePt規則合金、CoPt規則合金又はFePd規則合金、及びこれらの合金）から選ばれるL1。形規則合金情報記録層とを、順次作製することを特徴とする情報記録媒体の製造方法を提供する。この製造方法は、該L1。形規則合金情報記録層の作製において、溶解法により作製されたスパッターゲットを用いるスパッタ製膜法により、該L1。形規則合金情報記録層を作製することを特徴とする[5]記載の製造方法である。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】本発明は、高い再生出力と高い記録分解能を達成する新規な層構造を有する磁気記録媒体及び、その記録媒体の新規な層構造を形成するための製造方法を教示するものである。以下に本発明に係わる好適な実施形態を挙げ、続いてその複数の実施例に基づき具体的に説明する。

【0012】磁気を用いた情報の記録再生を行うための情報記録媒体において、特に本発明の情報記録媒体は、図1（a）に示す如く、軟磁性材料から形成される層30と、非磁性材料から形成される層20と、下記のA群から選ばれるL1。形規則合金情報記録層10と、が順次形成された層構造を有することを1つの主な特徴とするものである。但しここでのA群とは、FePt規則合金、CoPt規則合金又はFePd規則合金、及びこれらの合金であるとする。

【0013】また本発明においては、図1（a）に示す如く、情報の保存安定性に優れる情報記録媒体を得るために、上記A群から選ばれる結晶磁気異方性の高いL1。形規則合金情報記録層10を用いることを特徴とする。この際、当該L1。形規則合金薄膜10の膜厚は記録再生特性の観点から決めることができ、特に厚さの制約はないが、約5nm～200nm程度の範囲で設計することができる。さらに本発明の情報記録媒体は、図1（b）に示す如く、上記A群から選ばれるL1。形規則合金情報記録層の結晶格子面のミラー指数（001）が他の隣接層および基板と平行になるように制御されていることも特徴としている。

【0014】本発明における情報記録媒体は軟磁性材料から成る層30を有していることから、情報記録の際に用いる磁気ヘッドは、狭い磁界分布から成る垂直磁界を記録媒体に誘起することができる。従って、用いる情報記録層（10'）であるL1。形規則合金薄膜の磁化ベクトルが膜面に対し垂直、即ち結晶格子面のミラー指数（001）が基板と平行になるよう制御された場合、急峻な垂直磁界を有効に利用できることにより高密度記録特性が著しく向上し、これは高密度記録媒体として特に好ましい。

【0015】この際、例えば図1（c）に示す如く、結晶格子面のミラー指数（100）が他の隣接層および基板と平行になるように制御されたCr、Pt、Pd、Au、Fe、Ni、MgO又はNiOの何れから選ばれる元素もしくは化合物を主成分とした下地層40を形成し、さらに本発明における層構造、すなわち軟磁性材料から成る層30と、非磁性材料から成る層20と、L1。形規則合金情報記録層10とを順次に形成することにより、当該L1。形規則合金情報記録層の結晶格子面のミラー指数（001）を他の隣接層および基板と平行になるように制御することが可能となる。

【0016】また本発明における情報記録媒体は、非磁性材料から成る層20を有することにより、高い分解能を実現できる。この非磁性材料から成る層20は、軟磁性材料から成る層30とL1。形規則合金薄膜層との間の磁気的な相互作用を調整し、磁気特性の改善、例えばL1。形規則合金情報記録層10（10'，10''）の抗磁力を大きくする効果を示す。また、採用する非磁性材料によっては、L1。形規則合金薄膜層の結晶性、結晶配向性を制御することができる。

【0017】非磁性材料から成る層20は、軟磁性材料から成る層30及びL1。形規則合金薄膜層10（10'，10''）の両層と合金化しないことが好ましく、特にMgOを用いた場合、分解能の向上に著しい効果を示す。さらにMgOを用いた場合、L1。形規則合金薄膜層10（10'，10''）の結晶性および結晶配向性を向上させることができ、当該情報記録層10（10'，10''）の膜厚を低減できる。従って、情報記録の際に用いる磁気ヘッドの磁界分布を狭めることができ、またその強度を強めることができることから、記録特性の向上に対する効果も期待できる。

【0018】非磁性材料から成る層20の膜厚は、ここに用いる軟磁性材料から成る層30と、L1。形規則合金薄膜層10（10'，10''）との組み合わせにより適宜設計できるが、少なくとも情報記録の際に用いる磁気ヘッドが発生する記録磁界を損ねない程度の膜厚、例えば10nm程度以下の膜厚が好ましい。尚、本発明で言う所の「非磁性材料」とは、室温において、反磁性、パラ磁性、アンチフェロ磁性を示す材料を指すものとする。

【0019】本発明における軟磁性層材料から成る層30は、用いるL1。形規則合金薄膜1.0(10', 10")の飽和磁化、情報記録の際に用いる磁気ヘッド、また記録再生システムにより、合金、酸化物、多層膜、グラニュー膜から適宜に選ぶことができる。例えば、高い飽和磁化を有するFeもしくはFe系合金、具体的にはFe-Si合金(例えば、Si組成が1.5重量%)、Ni-Fe合金(例えば、重量組成比としてNi/Fe=1)を用いると軟磁性材料は薄膜化でき、また高い透磁率を有するNi-Fe合金(例えば、重量組成比としてNi/Fe=4)を用いると高い記録感度が得られる。このようなことから、Fe、Fe-Si合金、Ni-Fe合金は特に好ましい。またアモルファス合金、例えばCo-Zr-Nb合金を用いた場合は、記録媒体の表面平滑性を向上させることができ、情報記録・再生の際に用いる磁気ヘッドへの損傷を低減することができることから、このような材料を用いることも好適である。

【0020】軟磁性材料から成る層30の膜厚は、用いる磁気ヘッドの幾何学的な形状から設計することができ、具体的には単磁極型の記録ヘッドを用いる場合は50nm~1μm程度までの膜厚で媒体を設計することが可能であり、リングタイプの記録ヘッドを用いる場合は5nm~50nm程度の膜厚で媒体を設計することもできる。

【0021】さらに本発明による情報記録媒体は、「スパッタ製膜法」を用いて作製することができる。すなわち、本発明の情報記録媒体の製造方法の1つの特徴は、軟磁性層30と、非磁性層20と、下記A群から選ばれるL1。形規則合金情報記録層10(10', 10")とを、順次に形成していくことで、磁気記録媒体の層構造として作製する。但し、A群は、FePt規則合金、CoPt規則合金又はFePd規則合金、及びこれらの合金とする。

【0022】詳しくは、図8(a)及び図9(a)に示す本発明の情報記録媒体を作製する一連の工程(S10, S20)によれば、軟磁性層の作製ステップ(S11, S21)と、非磁性層の作製ステップ(S12, S22)と、上記L1。形規則合金情報記録層として、例えばあらかじめ「溶解法」(S13a~S13b)又は他の作製法、例えば「焼結法」(S23a~S23c)のいずれかで作製しておいたスパッタターゲットを用いるFePt層のスパッタ製膜法により作製するステップ(S13, S23)と、により順次作製される。この際、L1。形規則合金薄膜作製に用いられるターゲットは溶解法で作製されたものを用いた場合の方が、焼結法により作製されたものを用いた場合より、薄膜製膜の際により低い基板温度でL1。形規則合金層が形成できることから特に好ましい。

【0023】なお、溶解法によりスパッタターゲットを

作製する手順は、図8(b)に示す手順で行う。すなわち、FePt規則合金を用いる場合、真空誘導溶解炉または真空アーク溶解炉などを用い、融点以上の温度により合金原料となるFeとPtを溶解し合金化する(S13a)。この工程で得られた合金は、その後粉碎して再度溶解する工程により組成の均一化を図ってもよい。このようにして得られた合金をスパッタターゲットとして用いる為、所定の大きさ、形に成形・加工を行う(S13b)。またこの成形時に、圧延など、融点以下の温度で熱処理を行うことで、組成や結晶粒の均一化を図ることもできる。

【0024】また、焼結法でも作製可能であり、焼結法によりスパッタターゲットを作製する手順は、図9

(b)に示す手順で行う。すなわち、FePt規則合金を用いる場合、合金原料となるFeとPtをそれぞれ混合しやすくする為に粉体化した後、得られた粉末を混合する(S23a)。そしてこれを鋳型に入れて融点以下で圧力を加えながら焼結を行い、所定の密度になる時、この工程を終了する(S23b)。その後、スパッタターゲットとして用いる為に、所定の大きさ、形に成形・加工を行う(S23c)。

【0025】(変形例1)またその他にも、軟磁性材料から成る層30はスパッタ製膜法だけでなく、例えば電気化学的手法で作製することも可能であり、さらには軟磁性材料で作製された基板、例えばフェライト基板を用いることでその機能を果たすことも可能である。尚、本発明において用いることの可能な基板の種類については、特に制約はないが、例えば、ガラス基板、Si基板、サファイア基板、その他セラミックスなどを用いることができる。

【0026】(評価方法)ここで、本発明による磁気記録媒体を評価するための評価基準としては、次なる評価方法に従っていることを明記しておく。すなわち、

(1) 結晶構造の評価に関しては、Cu-Kα線を用いたX線回折により行う。この際、結晶配向性の評価は、評価すべき結晶格子面に対するロッギングカーブを測定し、その半値幅を指標とする。また規則相の形成量の評価については、T. Suzuki, N. Honda and K. Ouchi (J. Magn. Soc. Jpn., 21-S2, 177 (1997))により示されている処の面心正方晶fcc(001)回折線の面積積分を膜厚で除算した値を指標とする。

【0027】(2) 磁気特性の評価には、極力一効果を用いヒステリシスループを測定し、抗磁力を求めた。またループの角形性は、残留磁化状態におけるカー回角に対する最大印加磁界(13kOe)におけるカー回角との比とする。

【0028】(3) 記録再生特性の評価は、線速度5.08m/sのもとで行った。二層膜垂直磁気記録媒体に情報記録する場合は、記録用磁気ヘッドとして主磁極厚が1μm、トラック幅10μmから成る薄膜単磁極

型ヘッドを用い、単層膜垂直磁気記録媒体に情報記録する場合は、記録用磁気ヘッドとしてギャップ長  $0.15 \mu\text{m}$ 、トラック幅  $6.46 \mu\text{m}$  のリングヘッドを用いた。いずれの場合においても、再生用ヘッドとしてはシングルギャップ長  $0.2 \mu\text{m}$ 、トラック幅  $1.2 \mu\text{m}$  から成る磁気抵抗ヘッドを用い、信号の再生を行った。尚、分解能は、各記録密度に対する信号再生出力を測定し、その最大出力値の半分の再生出力になる記録密度を指標として定義する。

【0029】続いて、本発明を適用した幾つかの詳しい実施例を挙げ、それぞれを上記の評価方法にて従来技術で得られたものと順次比較しながら、本発明がもたらす作用効果について説明する。

#### 【0030】

【実施例1】本発明における実施例1の情報記録媒体は、図2(a)に示す層構造を有するものであり、次のようにして作製する。すなわち、ハードディスク基板上に、膜厚  $10 \text{ nm}$  の  $\text{MgO}$  層を「RFマグネトロンスパッタ法」により、次に膜厚  $70 \text{ nm}$  の  $\text{Cr}$  層を「DCマグネトロンスパッタ法」により、次に本発明における軟磁性層として膜厚  $500 \text{ nm}$  の  $\text{FeSi}$  層を「DCマグネトロンスパッタ法」により、次に本発明における非磁性層として膜厚  $1 \text{ nm}$  の  $\text{MgO}$  層を「REマグネトロンスパッタ法」により、さらに本発明における情報記録層として膜厚  $13 \text{ nm}$  の  $\text{FePt}$  層を溶解法により作製した  $\text{FePt}$  合金（原子組成比として  $\text{Fe}/\text{Pt}=1$ ）スパッターターゲットを用いた「RFスパッタ法」により順次製膜する。この時、 $\text{FePt}$  層のスパッタ製膜条件は、基板温度  $300^\circ\text{C}$ 、スパッタガス圧  $50 \text{ Pa}$ 、ターゲット基板間距離は  $95 \text{ mm}$  である。尚、他のすべての層のスパッタ製膜条件は、基板温度  $50^\circ\text{C}$ 、スパッタガス圧  $0.2 \text{ Pa}$ 、ターゲット基板間距離は  $50 \text{ mm}$  である。

【0031】（作用効果1）図3(a)に、上述した方法で作製された情報記録媒体のX線回折パターンを示す。図示の如く、 $\text{FePt}$  規則合金相の形成とその結晶配向性が結晶格子面のミラー指数  $(001)$  であることを示す回折パターンとなっている。この  $\text{FePt}$  層の結晶格子面のミラー指数  $(001)$  に対するロッギングカーブ半値幅は  $4.4$  度であり、次に例示する従来技術に基づく比較例1の情報記録媒体に比べ、結晶配向性に優れていることがわかる。また抗磁力は  $4.6 \text{ kOe}$ 、角形性は1であり、次に例示する比較例1の情報記録媒体に比べ、特に角形性が著しく向上していることがわかる。

【0032】図3(b)に、上記方法で作製された情報記録媒体の記録再生特性評価の結果を示す。図示の如く、本発明の情報記録媒体は、次に例示する比較例1、2の情報記録媒体に比べ、高い再生出力を示し、また  $20 \text{ kFRPI}$  の高い分解能を示すことがわかる。

【0033】（比較例1）本発明の情報記録媒体に対する1つの比較例として、図2(b)に例示の層構造をもち、次のような従来技術に基づく二層膜垂直磁気記録媒体を作製する例を挙げる。すなわち、上記実施例1に記載の情報記録媒体を構成する本発明による非磁性層を持たない情報記録媒体を作製する。つまりこの比較例1の記録媒体は、ハードディスク基板上に  $\text{MgO}$  層  $51$  と  $\text{Cr}$  層  $41$  と  $\text{FeSi}$  層  $31$  と  $\text{FePt}$  層  $11$  が順次形成された従来構造の二層膜垂直磁気記録媒体である。尚、各層の作製条件は、実施例1記載の対応する各層のスパッタ製膜条件と同じである。この比較例1における  $\text{FePt}$  層  $11$  の結晶格子面のミラー指数  $(001)$  に対するロッギングカーブ半値幅は  $6.1$  度であり、実施例1に比べ結晶配向性が悪いことがわかる。また抗磁力は  $4.1 \text{ kOe}$ 、角形性は  $0.8$  であり、特に角形性が著しく劣っている。一方、上記実施例1の情報記録媒体はこれに比べて優れている。

【0034】また、図4(a)に示すように、この比較例1の情報記録媒体は、実施例1の情報記録媒体に比べ再生出力が低く、更に分解能は  $140 \text{ kFRPI}$  と著しく低い値であることがわかる。一方、上記実施例1の情報記録媒体はこの再生出力と分解能の二点でも優れていることが明らかである。

【0035】（比較例2）本発明の情報記録媒体に対するもう1つの比較例として、図2(c)に例示の層構造をもち、次のような従来技術による単層膜垂直磁気記録媒体を作製する。すなわち、上記実施例1記載の情報記録媒体を構成する本発明による軟磁性層と非磁性層を持たない情報記録媒体を作製する。つまりこの比較例2の媒体は、ハードディスク基板上に  $\text{MgO}$  層と  $\text{Cr}$  層と  $\text{FePt}$  層が順次形成された従来構造の単層膜垂直磁気記録媒体である。この比較例2の情報記録媒体は、図4

(b)に示すように、実施例1の情報記録媒体に比べ、再生出力が著しく低く、更に分解能も  $190 \text{ kFRPI}$  と低い値であることがわかる。よって、この比較でも上記実施例1の情報記録媒体は再生出力、分解能において優れている。

#### 【0036】

【実施例2】図5には、実施例2としての情報記録媒体の層構造を示している。この例では、前述した実施例1に記載の情報記録媒体（図2）を構成する本発明に係わる非磁性層のみを、特に、膜厚  $10 \text{ nm}$  の  $\text{Cr}$  層に変えて媒体を作製する。

【0037】（作用効果2）この実施例2の情報記録媒体における  $\text{FePt}$  層の結晶格子面のミラー指数  $(001)$  に対するロッギングカーブ半値幅は  $5.5$  度、さらに抗磁力は  $5.1 \text{ kOe}$  を示し、従来技術に基づく比較例1の情報記録媒体に比べ、結晶配向性及び抗磁力が共に増大していることがわかる。

#### 【0038】

【実施例 3】また同様に、実施例 3 としての情報記録媒体の層構造としては、実施例 1 に記載の情報記録媒体 (図 2) を構成する本発明に係わる情報記録層となる FePt 層の膜厚のみを、特に 5 nm に変えて媒体を作製してもよい。

【0039】(作用効果 3) この実施例 3 の情報記録媒体における抗磁力は 1.8 kOe を示す。この値は次に例示する同じ情報記録層膜厚をもつ比較例 3 の情報記録媒体に比べ抗磁力が大きいことがわかる。従って、本発明における媒体構造は情報記録層膜厚が 5 nm と薄い場合でも使用できることを示している。

【0040】(比較例 3) 比較例 1 に記載の従来構造の情報記録媒体を構成する FePt 層の膜厚のみを、5 nm に変えて媒体を作製する。この媒体における抗磁力は 0.2 kOe とかなり小さく記録媒体として用いることが困難である。従って、従来技術による二層膜垂直磁気記録媒体構造では情報記録層厚が 5 nm と薄くすることが困難である。一方、この点において、実施例 3 の構造では薄くできる点で優れている。

【0041】

【実施例 4】図 6 (a) には、実施例 4 としての情報記録媒体の層構造を示している。この例では、上述した実施例 1 に記載の情報記録媒体 (図 2) を構成する軟磁性層を 500 nm の Fe 層 32 に変え、FePt 層 11 の膜厚を 43 nm とし、他は同じ構成から成る媒体を作製する。この際、本発明による情報記録層となる FePt 層 11 は、溶解法により作製する FePt 合金 (原子組成比として Fe/Pt=1) スパッタターゲットを用い、スパッタガス圧 50 Pa、ターゲット基板間距離は 50 mm、さらに基板温度を 200℃、300℃、400℃と変えて「RF スパッタ法」により製膜を行う。

【0042】(作用効果 4) 図 7 (a) に、上記実施例 4 により作製したそれぞれの媒体の FePt 層における規則相形成量の評価を行った結果を示す。図示の如く、次に例示する比較例 4 と比べ低い基板温度で規則相が形成されていることを示し、媒体作製工程上好ましい情報記録媒体であることがわかる。

【0043】(比較例 4) 実施例 4 に記載の情報記録媒体を構成する本発明による情報記録層 11' を図 6

(b) の如く「焼結法」により作製した FePt 合金 (原子組成比として Fe/Pt=1) スパッタターゲットを用い、基板温度として 300℃、400℃、500℃のもとで FePt 層を製膜した事以外は同じ方法で、媒体を作製することも可能である。

【0044】図 7 (b) に示す如く、この比較例 4 により作製された媒体における FePt 層においては、実施例 4 に比べて、規則相形成するために高い基板温度が必要となることがわかる。よって、温度の高さとそれに伴うコストの問題が許せば、このような製造方法も有効である。

【0045】(その他の変形例) 以上、好適な実施形態例と具体的な複数実施例に従って本発明を説明したが、本発明はこれらにより限定されるものではなく、例えば、成膜される層の厚さなどは、その層構造が実質的に等価である限り適宜に変更、組合せができる。そのほかにも本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形実施が可能である。

【0046】

【発明の効果】このように、本発明の情報記録媒体を用いれば、高い再生出力と高い分解能を両立することができる。また本発明の垂直磁気記録媒体は結晶磁気異方性の大きい L1。形規則合金薄膜を用いていることから、情報の保存安定性に優れた効果を有する記録媒体を提供できる。さらに、非磁性材料から成る層により L1。形規則合金薄膜の結晶性、結晶配向性および磁気特性が向上することから、当該情報記録層の薄膜化も可能であり、将来の高密度記録に有望な情報記録媒体となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 (a) ~ (c) は、本発明の情報記録媒体の基本的な層構造図。

【図 2】図 2 (a) は、本発明の実施例 1 の情報記録媒体の層構造図、図 2 (b) は、実施例 1 に対する比較例 1 の情報記録媒体の層構造図、図 2 (c) は、実施例 1 に対する比較例 2 の情報記録媒体の層構造図。

【図 3】図 3 (a) は、実施例 1 の情報記録媒体における X 線回折パターンを示すグラフ、図 3 (b) は、実施例 1 の記録再生信号の記録密度依存性 (記録分解能) を示すグラフ。

【図 4】図 4 (a) は、比較例 1 の情報記録媒体の記録再生信号 (記録分解能) を示すグラフ、図 4 (b) は、比較例 2 の情報記録媒体の記録再生信号 (記録分解能) を示すグラフ。

【図 5】図 5 は、本発明の実施例 2 の情報記録媒体の層構造図。

【図 6】図 6 (a) は、本発明の実施例 4 として溶解法による情報記録媒体の層構造図、図 6 (b) は、実施例 4 に対する比較例 4 として焼結法による情報記録媒体の層構造図。

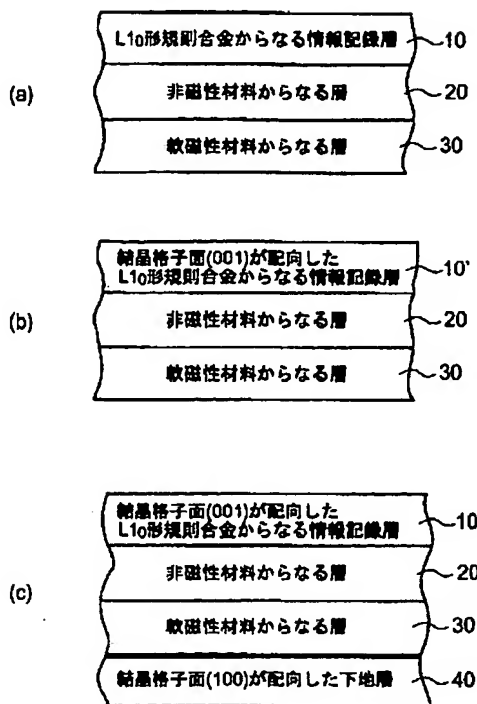
【図 7】図 7 (a) は、実施例 4 で作製した情報記録媒体における製膜時の基板温度と L1。形規則相形成量の関係を示すグラフ、図 7 (b) は、実施例 4 に対する比較例 4 における規則相形成量の評価を示すグラフ。

【図 8】図 8 (a), (b) は、本発明の情報記録媒体を作製する製造工程と溶解法を示すブロックフローチャート。

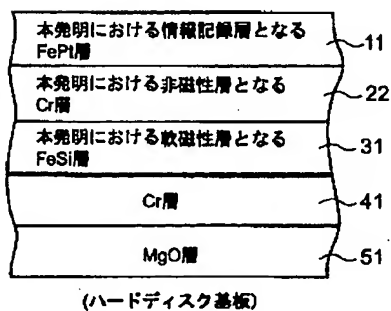
【図 9】図 9 (a), (b) は、本発明の情報記録媒体を作製する製造工程と焼結法を示すブロックフローチャート。

【図 10】図 10 (a), (b) は、従来の情報記録媒体の基本的な層構造図。

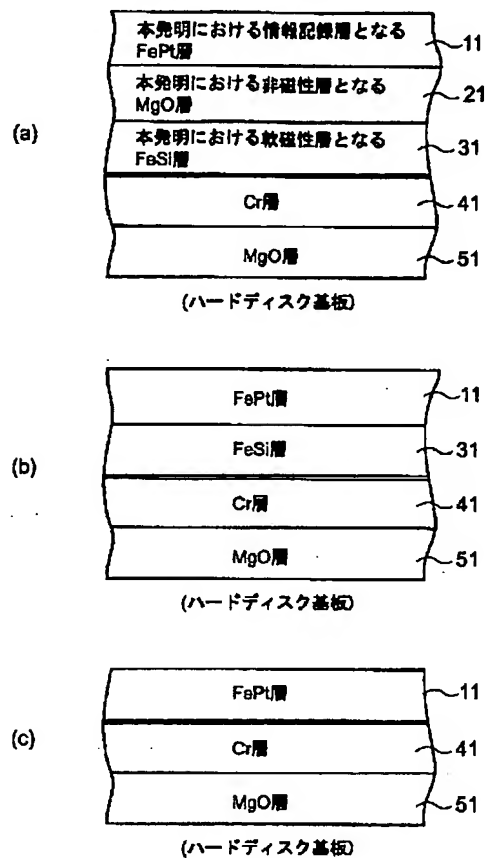
【図1】



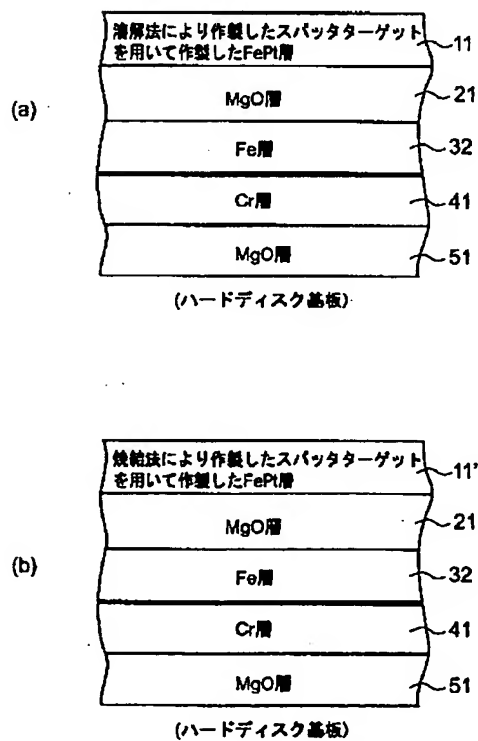
【図5】



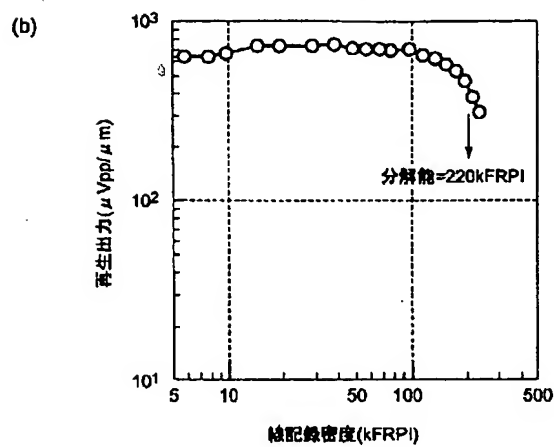
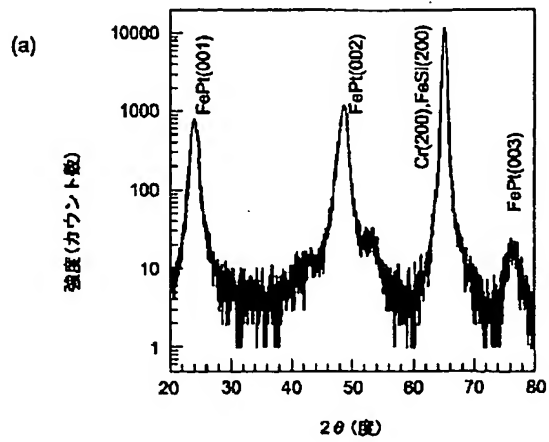
【図2】



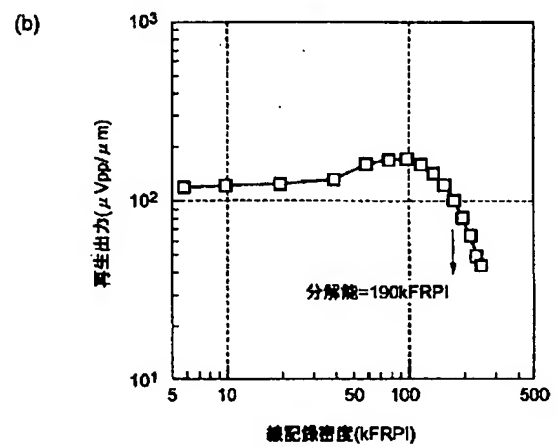
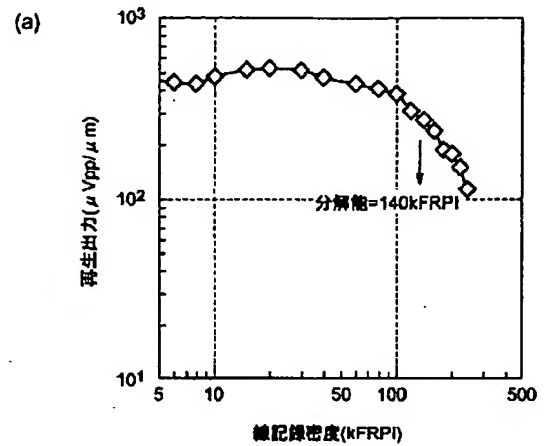
【図6】



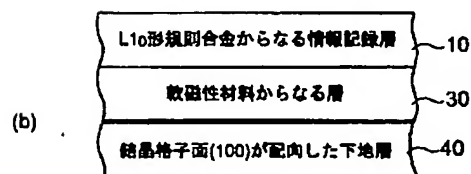
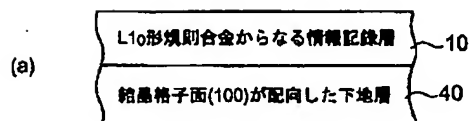
【図3】



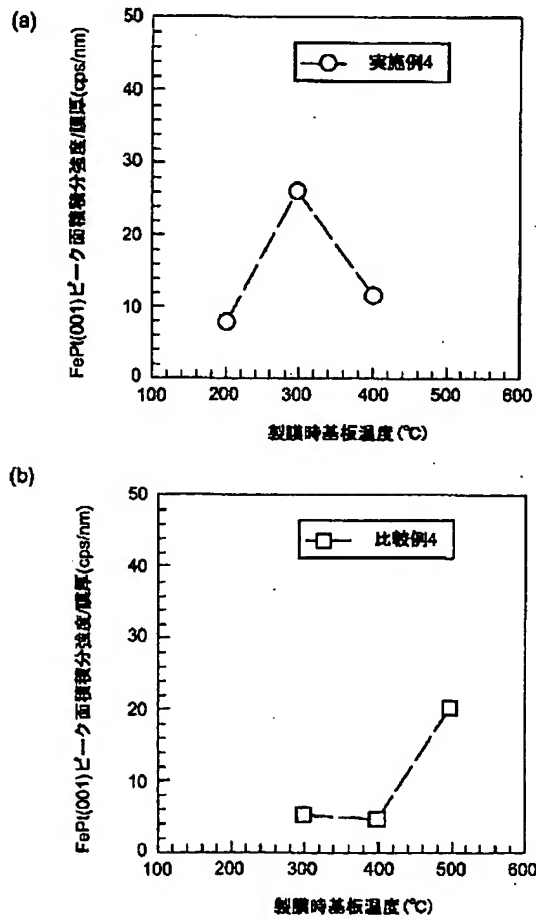
【図4】



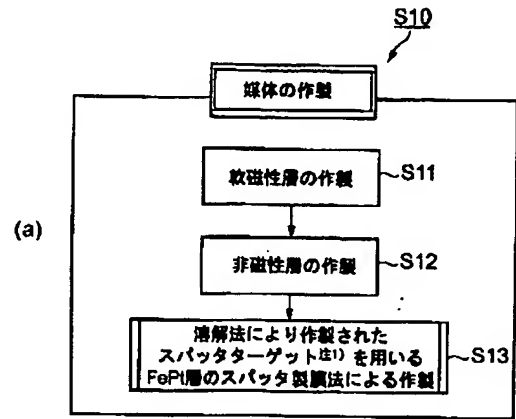
【図10】



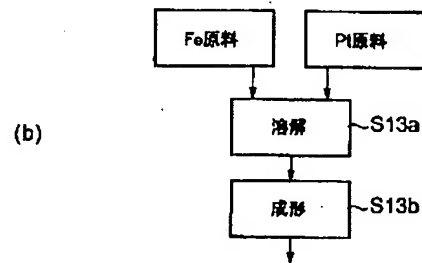
【図7】



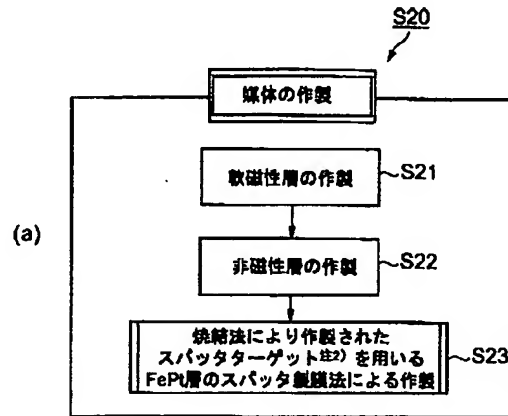
【図8】



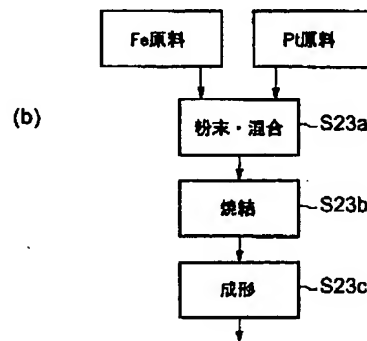
注1) 溶解法によるスパッタターゲットの作製手順



【図9】



注2) 焼結法によるスパッターターゲットの作製手順



## 【手続補正書】

【提出日】平成12年8月18日(2000. 8. 18)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0009】磁気記録媒体として、[1]軟磁性材料から成る層と非磁性材料から成る層とA群(：FePt規則合金、CoPt規則合金又はFePd規則合金、及びこれらの合金)から選ばれたL1。形規則合金情報記録層が順次形成された層構造を有することを特徴とする情報記録媒体を提供する。さらにこの情報記録媒体は、A群から選ばれるL1。形規則合金情報記録層の結晶格子面のミラー指数(001)が上記記録層の面と平行になるように形成されている[1]記載の記録媒体である。また、上記非磁性材料がMgOであることが特徴の[1]記載の記録媒体である。或いは、上記軟磁性材料がB群(：Fe、Fe-Si合金、Ni-Fe合金)から選ばれることが特徴の[1]記載の記録媒体である。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0016】また本発明における情報記録媒体は、非磁性材料から成る層20を有することにより、高い分解能を実現できる。この非磁性材料から成る層20は、軟磁性材料から成る層30とL1。形規則合金薄膜層との間の磁気的な相互作用を調整し、磁気特性の改善、例えばL1。形規則合金情報記録層10(10')の抗磁力を大きくする効果を示す。また、採用する非磁性材料によっては、L1。形規則合金薄膜層の結晶性、結晶配向性を制御することができる。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0017】非磁性材料から成る層20は、軟磁性材料

から成る層30及びL1。形規則合金薄膜層10(10')の両層と合金化しないことが好ましく、特にMgOを用いた場合、分解能の向上に著しい効果を示す。さらにMgOを用いた場合、L1。形規則合金薄膜層10(10')の結晶性および結晶配向性を向上させることができ、当該情報記録層10(10')の膜厚を低減できる。従って、情報記録の際に用いる磁気ヘッドの磁界分布を狭めることができ、またその強度を強めることができることから、記録特性の向上に対する効果も期待できる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】非磁性材料から成る層20の膜厚は、ここに用いる軟磁性材料から成る層30と、L1。形規則合金薄膜層10(10')との組み合わせにより適宜設計できるが、少なくとも情報記録の際に用いる磁気ヘッドが発生する記録磁界を損ねない程度の膜厚、例えば10nm程度以下の膜厚が好ましい。尚、本発明で言う所の「非磁性材料」とは、室温において、反磁性、パラ磁性、アンチフェロ磁性を示す材料を指すものとする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】本発明における軟磁性層材料から成る層30は、用いるL1。形規則合金薄膜10(10')の飽和磁化、情報記録の際に用いる磁気ヘッド、また記録再生システムにより、合金、酸化物、多層膜、グラニュー膜から適宜に選ぶことができる。例えば、高い飽和磁化を有するFeもしくはFe系合金、具体的にはFe-Si合金(例えば、Si組成が1.5重量%)、Ni-Fe合金(例えば、重量組成比としてNi/Fe=1)を用いると軟磁性材料は薄膜化でき、また高い透磁率を有するNi-Fe合金(例えば、重量組成比としてNi/Fe=4)を用いると高い記録感度を得られる。このようなことから、Fe、Fe-Si合金、Ni-Fe合金は特に好ましい。またアモルファス合金、例えばCo-Zr-Nb合金を用いた場合は、記録媒体の表面平滑性

を向上させることができ、情報記録・再生の際に用いる磁気ヘッドへの損傷を低減することができることから、このような材料を用いることも好適である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】さらに本発明による情報記録媒体は、「スパッタ製膜法」を用いて作製することができる。すなわち、本発明の情報記録媒体の製造方法の1つの特徴は、軟磁性層30と、非磁性層20と、下記A群から選ばれるL1。形規則合金情報記録層10(10')とを、順次に形成していくことで、磁気記録媒体の層構造として作製する。但し、A群は、FePt規則合金、CoPt規則合金又はFePd規則合金、及びこれらの合金とする。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正内容】

【0030】

【実施例1】本発明における実施例1の情報記録媒体は、図2(a)に示す層構造を有するものであり、次のようにして作製する。すなわち、ハードディスク基板上に、膜厚10nmのMgO層を「RFマグネトロンスパッタ法」により、次に膜厚70nmのCr層を「DCマグネトロンスパッタ法」により、次に本発明における軟磁性層として膜厚500nmのFeSi層を「DCマグネトロンスパッタ法」により、次に本発明における非磁性層として膜厚1nmのMgO層を「RFマグネトロンスパッタ法」により、さらに本発明における情報記録層として膜厚13nmのFePt層を溶解法により作製したFePt合金(原子組成比としてFe/Pt=1)スパッタターゲットを用いた「RFスパッタ法」により順次製膜する。この時、FePt層のスパッタ製膜条件は、基板温度300℃、スパッタガス圧50Pa、ターゲット基板間距離は95mmである。尚、他のすべての層のスパッタ製膜条件は、基板温度50℃、スパッタガス圧0.2Pa、ターゲット基板間距離は50mmである。

フロントページの続き

(72)発明者 大内 一弘

秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番地の21

秋田県高度技術研究所内

Fターム(参考) 5D006 BB01 BB05 BB08 EA03  
5D112 AA04 AA05 AA06 BB01 BB02  
BB05 BB06 BD03 BD05 BD08  
FA04  
5E049 AA01 AA09 AA10 AC05 BA06  
CB02 CC01 DB12 GC01